

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 0 - 2 0 9 2 5 5

(43) 公開日 平成 1 0 年 (1 9 9 8) 8 月 7 日

| | | | | |
|----------------------------|------|--------|------------|--------|
| (51) Int. Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| H01L 21/68 | | | H01L 21/68 | R |
| H02N 13/00 | | | H02N 13/00 | D |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 1 0 頁)

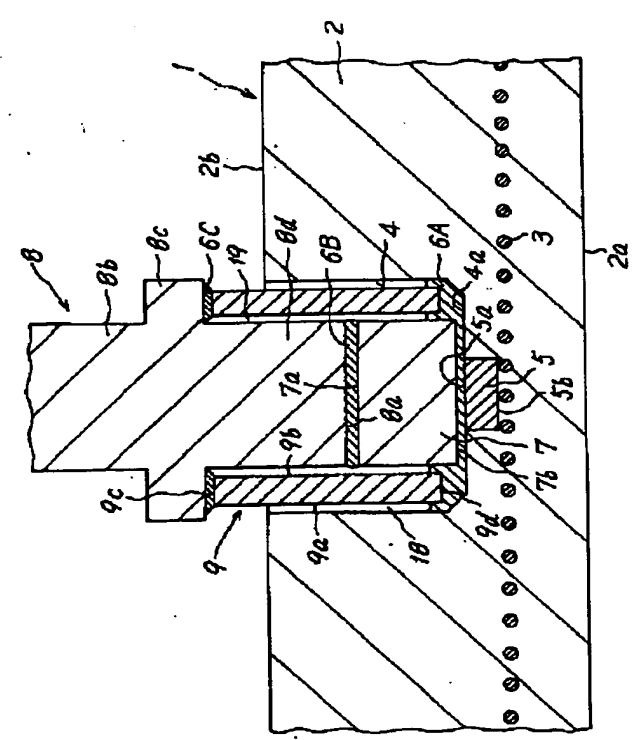
| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願平 9 - 1 2 7 6 9 | (71) 出願人 | 0 0 0 0 0 4 0 6 4 日本碍子株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 |
| (22) 出願日 | 平成 9 年 (1 9 9 7) 1 月 2 7 日 | (72) 発明者 | 牛越 隆介 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 鶴田 英芳 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 藤井 知之 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 |
| | | (74) 代理人 | 弁理士 杉村 暁秀 (外 9 名) |

(54) 【発明の名称】 セラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造

(57) 【要約】

【課題】 金属部材が埋設されているセラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造であって、酸化性雰囲気下で、高温や熱サイクルにさらされても、高い接合強度と良好な導通性能を保持できるようにする。

【解決手段】 セラミックス部材 1 に孔 4 が設けられている。孔 4 に金属部材 5 の一部が露出している。孔 4 内に筒状雰囲気保護体 9 が挿入されている。雰囲気保護体 9 の内側に、電力供給用コネクタ 8 と応力緩和用の低熱膨張導体 7 とが挿入されている。雰囲気保護体 9 とコネクタ 8 とが接合されている。低熱膨張導体 7 および雰囲気保護体 9 が、金属部材 5 に対して接合されている。好ましくは、雰囲気保護体 9 とコネクタ 8 とがろう材によって気密に接合されており、低熱膨張導体 7 および雰囲気保護体 9 が、金属部材 5 に対してろう材によって気密に接合されている。



Best Available Copy

【特許請求の範囲】

【請求項 1】金属部材が埋設されているセラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造であって、前記セラミックス部材に孔が設けられており、この孔に前記金属部材の一部が露出しており、前記孔内に筒状雰囲気気保護体が挿入されており、この筒状雰囲気気保護体の内側に前記電力供給用コネクタと応力緩和用の低熱膨張導体とが挿入されており、前記筒状雰囲気気保護体と前記電力供給用コネクタとが接合されており、前記低熱膨張導体および前記筒状雰囲気気保護体が前記金属部材に対して接合されていることを特徴とする、セラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造。

【請求項 2】前記筒状雰囲気気保護体と前記電力供給用コネクタとがろう材によって気密に接合されており、前記低熱膨張導体および前記筒状雰囲気気保護体が前記金属部材に対してろう材によって気密に接合されていることを特徴とする、請求項 1 記載のセラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造。

【請求項 3】前記低熱膨張導体と前記電力供給用コネクタとが電氣的に接合されていることを特徴とする、請求項 1 または 2 記載のセラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造。

【請求項 4】前記低熱膨張導体が、モリブデン、タングステンおよびモリブデン-タングステン合金からなる群より選ばれた金属からなることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一つの請求項に記載のセラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造。

【請求項 5】前記セラミックス部材が、半導体ウエハを設置するためのサセプターであることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一つの請求項に記載のセラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造。

【請求項 6】前記セラミックス部材中に、面状の金属電極と、低熱膨張金属の粉末焼結体とが埋設されており、前記金属電極に対して前記粉末焼結体が電氣的に接続されており、この粉末焼結体が前記低熱膨張導体に対して電氣的に接続されていることを特徴とする、請求項 5 記載のセラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造。

【請求項 7】前記セラミックス部材中に、金属電極と、低熱膨張金属の緻密体とが埋設されており、前記金属電極に対して前記緻密体が電氣的に接続されており、この緻密体が前記低熱膨張導体に対して電氣的に接続されていることを特徴とする、請求項 5 記載のセラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、セラミックス部材と電力供給用コネクタとの接続構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在、半導体ウエハの搬送、露光、C

VD、スパッタリング等の成膜プロセス、微細加工、洗浄、エッチング、ダイシング等の工程において、半導体ウエハを吸着し、保持するために、静電チャックが使用されている。こうした静電チャックの基材として、緻密質セラミックスが注目されている。特に半導体製造装置においては、エッチングガスやクリーニングガスとして、C₁F₄等のハロゲン系腐食性ガスを多用する。また、半導体ウエハを保持しつつ、急速に加熱し、冷却させるためには、静電チャックの基材が高い熱伝導性を備えていることが望まれる。また、急激な温度変化によって破壊しないような耐熱衝撃性を備えていることが望まれる。緻密な空化アルミニウムおよびアルミナは、前記のようなハロゲン系腐食性ガスに対して高い耐食性を備えている。

【0003】また、半導体製造装置の分野において、プラズマを発生させるための高周波電極を内蔵したサセプターが実用化されているが、こうした高周波電力発生装置の分野においても、空化アルミニウムや緻密質アルミナの基材中に金属電極を埋設している。更に、半導体製造装置の分野において、各プロセス中、ウエハの温度を制御するために、空化アルミニウムやアルミナ基材中に金属抵抗体を埋設したセラミックスヒーターも実用化されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】これらの各装置においては、空化アルミニウム等のセラミックス基材中に金属電極を埋設し、外部の電力供給用コネクタに対して金属電極を電氣的に接続する必要がある。しかし、こうした接続部分は、酸化性雰囲気下、更には腐食性ガス雰囲気下で、非常な高温と低温との熱サイクルにさらされる。このような悪条件下においても、長期間高い接合強度と良好な電氣的接続とを保持することが望まれている。

【0005】本発明者は、このような接続構造について研究を続けてきた。例えば、特願平 8 - 2 4 8 3 5 号明細書においては、電力供給用コネクタの先端部分とサセプター中の金属電極とを、耐食性の高い A₁ 合金ろう、Cu 合金ろう、Ni 合金ろうによって接合することを開示した。また、特願平 8 - 2 4 8 3 6 号明細書においては、メッシュ状ないしは網状の金属電極を A₁Nセラミックス内に埋設させ、メッシュの一部を露出させ、メッシュの露出部分と A₁Nセラミックスとの双方を電力供給用コネクタの先端面にろう付けすることを提案した。

【0006】これらの明細書においては、ハロゲン系腐食性ガスおよびそのプラズマに対して高い耐食性を有するろう付け方法を提案しているが、しかし、コネクタと金属電極との接続構造において、酸化性雰囲気下で、高温や熱サイクルにさらされても、高い接合強度と良好な導通性能を保持するような特定の接合構造は、いまだ

詳しく検討されていない。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】本発明は、金属部材が埋設されているセラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造であって、セラミックス部材に孔が設けられており、この孔に金属部材の一部が露出しており、孔内に筒状雰囲気保護体が挿入されており、この筒状雰囲気保護体の内側に電力供給用コネクタと応力緩和用の低熱膨張導体とが挿入されており、筒状雰囲気保護体と電力供給用コネクタとが接合されており、低熱膨張導体および筒状雰囲気保護体が金属部材に対して接合されていることを特徴とする、接合構造に係るものである。

【 0 0 0 8 】本発明者は、孔内に筒状雰囲気保護体を挿入し、この筒状雰囲気保護体の内側に電力供給用コネクタと応力緩和用の低熱膨張導体とを挿入し、筒状雰囲気保護体と電力供給用コネクタとを接合し、かつ、低熱膨張導体および筒状雰囲気保護体を金属部材に対して接合するという構造を想到し、実験を行ったところ、他の構造よりもはるかに耐熱性、耐食性が高く、酸性雰囲気または腐食性雰囲気下で熱サイクルにさらされても、高い接合強度と良好な導通性能を保持することを確認し、本発明に到達した。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施形態】以下、図面を参照しつつ、本発明の各実施形態を述べる。本発明の作用効果等は、以下の説明から一層明確になるであろう。図 1 は、本発明の一実施形態に係る接合構造を示す断面図である。図 3 (a) は、プラズマ発生用電極装置 1 のうち一部を切り欠いて示す斜視図であり、図 3 (b) は、金網からなる電極 3 を示す斜視図である。

【 0 0 1 0 】略円盤形状のセラミックス基材 2 の内部に、金網からなる電極 3 が埋設されている。2 a は半導体ウエハの設置面であり、2 b は背面である。基材 2 の所定箇所に、半導体ウエハを昇降させるためのピンを通す孔 1 3 が形成されている。電極 3 は、図 3

(a)、(b) に示すような金網によって形成されている。金網 3 は、円形の枠線 3 a と、枠線 3 a の内部に縦横に形成されている線 3 b とからなっており、これらの間に網目 1 4 が形成されている。

【 0 0 1 1 】基材 2 の背面 2 b 側には孔 4 が設けられている。基材 2 中には網状の電極 3 が埋設されており、かつ金属の粉末焼結体 5 が埋設されている。粉末焼結体 5 の一方の表面 5 a が孔 4 の底面 4 a 側に露出しており、粉末焼結体 5 の他方の表面 5 b が金属電極 3 に対して接触している。

【 0 0 1 2 】孔 4 の中に、本実施形態では円筒形状の雰囲気保護体 9 が挿入されている。雰囲気保護体 9 の外側面 9 a と孔 4 の内側面との間には、若干の隙間 1 8 が設けられている。雰囲気保護体 9 の内側空間の下方には、例えば円盤形状の低熱膨張導体 7 が収容され、設置され

ている。

【 0 0 1 3 】低熱膨張導体 7 の下側面 7 b と孔 4 の底面 4 a との間、および下側面 7 b と粉末焼結体 5 との間が、好ましくはろう材からなる導電性接合層 6 A によって気密に接合されている。また、雰囲気保護体 9 の下側面 9 d と底面 4 a との間も、導電性接合層 6 A によって接合されている。

【 0 0 1 4 】電力供給用コネクタ 8 は、プラズマ発生用電極装置 1 外の本体部分 8 b、円環形状のフランジ部分 8 c、および先端部分 8 d を備えており、先端部分 8 d が雰囲気保護体 9 内に収容されている。雰囲気保護体 9 の内周面 9 b と、低熱膨張導体 7 および先端部分 8 d との間には、若干の隙間 1 9 が設けられている。雰囲気保護体 9 の上側面 9 c とフランジ部分 8 c との間は、好ましくはろう材からなる導電性接合層 6 C が形成されている。これと共に、コネクタ 8 の先端面 8 a と、低熱膨張導体 7 の上側面 7 a との間には、導電性接合層 6 B が形成されている。

【 0 0 1 5 】こうした接合構造を有するプラズマ発生用電極装置を製造するためには、好ましくは、図 2 に示すように、セラミックスの原料からなる成形体 1 0 を作成し、この成形体 1 0 を焼成する。成形体 1 0 中には、網状の金属電極 3 と、粉末焼結体の原料である金属粉末の成形体 1 1 が埋設されている。ただし、1 0 a は半導体ウエハの設置面側であり、1 0 b は背面側である。この成形体 1 0 を焼成することによって、同時に粉末成形体 1 1 を焼結させて粉末焼結体 5 を得る。そして、背面 2 b 側から研削加工を施し、孔 4 を形成する。

【 0 0 1 6 】本発明においては、低熱膨張導体は、熱膨張率が、少なくとも 4 0 0 ° C 以下で $8 \cdot 0 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$ 以下の材質からなる導体を言う。具体的には、低熱膨張導体の材質としては、モリブデン、タングステン、モリブデン-タングステン合金、タングステン-銅-ニッケル合金、コパールが好ましい。雰囲気保護体の材質は、純ニッケル、ニッケル基耐熱合金、金、白金、銀、およびこれらの合金とすることが好ましい。コネクタの材質は、雰囲気に対する耐食性の高い金属であることが好ましく、具体的には、純ニッケル、ニッケル基耐熱合金、金、白金、銀、およびこれらの合金が好ましい。

【 0 0 1 7 】本発明の作用効果を、主として図 1 を参照しつつ、更に説明する。コネクタ 8 の材質としては、耐酸化性のある金属が好ましいが、これらは一般的に熱膨張率が大きく、セラミックス側との熱膨張差による応力が大きい。このため、コネクタ 8 とセラミックス基材 2 とを直接にろう付けすると、両者の熱膨張差によって接合強度が低下する傾向がある。この点を改善するために、本発明においては、コネクタ 8 とセラミックスとの間に低熱膨張導体 7 を設置し、コネクタとセラミックスとの間の応力差を緩和する構造を採用した。

【 0 0 1 8 】しかし、一般的に、熱膨張率の低い金属

(モリブデン、タングステン、モリブデン-タングステン合金など)は、酸化されやすい。このため、低熱膨張導体 7 が高温の酸化性雰囲気に触れると、低熱膨張導体 7 が直ちに酸化し、接合強度の低下、電気抵抗の上昇を招く。従って、低熱膨張導体 7 の材質として、熱膨張率の低い金属を使用することは困難であった。

【0019】低熱膨張導体 7 を、アルミナ、窒化アルミニウム等の絶縁性セラミックスからなる絶縁性の応力緩和材によって置換すると、低熱膨張導体 7 の酸化という問題は生じなくなると考えられる。しかし、この場合には応力緩和材は電流経路から外れ、応力緩和材とセラミックス基材内部の金属部材との電氣的接続が不可能になる。従って、基材内の金属部材に対して供給すべき電力が制限される。

【0020】これに対して、本発明の構造によれば、低熱膨張導体 7 と金属部材 5 との接続部分の面積が大きく、この部分で低熱膨張導体 7 が電流経路に加わるために、大きな電流、例えば 30 アンペア以上の大きさの電流も、容易に流すことができる。

【0021】これと共に、本発明者は、筒状雰囲気保護体 9 を孔 4 内に収容、設置し、雰囲気保護体 9 の内側空間の下部に低熱膨張導体 7 を設置し、低熱膨張導体の上側にコネクター 8 の先端部分 8 d を挿入した。

【0022】これによって、低熱膨張導体 7 の側周面側を雰囲気保護体 9 によって完全に包囲して保護した。しかも、低熱膨張導体の上側にコネクター 8 を設置し、かつその周囲を雰囲気保護体 9 で包囲した。従って、酸化性雰囲気が低熱膨張導体 7 に至るまでの進入経路の長さが非常に大きくなった。これと同時に、コネクター 8 と雰囲気保護体 9 とを導電性接合層 6 C によって接合し、この接合部分を気密に保持することで、低熱膨張導体 7 の酸化性雰囲気からの隔離を、一層完全に確保することに成功した。

【0023】更に、本実施形態においては、コネクター 8 の先端部分 8 d、導電性接合層 6 B、低熱膨張導体 7、導電性接合層 6 A および粉末焼結体 5 を経由する電流経路と、フランジ部分 8 c、導電性接合層 6 C、雰囲気保護体 9、導電性接合層 6 A を経由する電流経路とがある。この双方の電流経路があることによって、電極 3 への電力供給量を一層増大させ、かつ安定化することができる。

【0024】本発明においては、セラミックス基材内に金属電極を埋設する場合には、金属電極を、面状の金属バルク材とすることが好ましい。ここで、「面状の金属バルク材」とは、例えば、線体あるいは板体を、らせん状、蛇行状に配置することなく、例えば図 3 および図 4 に示すように、金属を一体の面状として形成したものをいう。

【0025】金属電極は、アルミナ粉末や窒化アルミニウム粉末等のセラミックス粉末と同時に焼成するので、

高融点金属で形成することが好ましい。こうした高融点金属としては、タンタル、タングステン、モリブデン、白金、レニウム、ハフニウム及びこれらの合金を例示できる。半導体汚染防止の観点から、更に、タンタル、タングステン、モリブデン、白金及びこれらの合金が好ましい。

【0026】こうした面状のバルク材としては、次を例示できる。

(1) 薄板からなる、面状のバルク材。

(2) 面状の電極の中に多数の小空間が形成されているバルク材。これには、多数の小孔を有する板状体からなるバルク材や、網状のバルク材を含む。多数の小孔を有する板状体としては、パンチングメタルを例示できる。ただし、バルク材が高融点金属からなり、かつパンチングメタルである場合には、高融点金属の硬度が高いため、高融点金属からなる板に多数の小孔をパンチによって開けることは困難であり、加工コストも非常に高くなる。この点、バルク材が金網である場合には、高融点金属からなる線材が容易に入手でき、この線材を編組すれば金網を製造できる。

【0027】こうした金網のメッシュ形状、線径等は特に限定しない。しかし、線径 $\phi 0.03\text{ mm}$ 、150 メッシュ～線径 $\phi 0.5\text{ mm}$ 、6 メッシュにおいて、特に問題なく使用できた。また、金網を構成する線材の幅方向断面形状は、円形他、楕円形、長方形等、種々の圧延形状であってよい。ここで、1 メッシュは 1 インチあたり 1 本という意味である。

【0028】図 4 (a) は、金属電極として使用できるパンチングメタル 15 を示す斜視図である。パンチングメタル 15 は円形をしており、円形の平板 15 a 内に多数の円形孔 15 b が、碁盤目形状に多数形成されている。図 4 (b) は、金属電極として使用できる円形の薄板 16 を示す斜視図である。

【0029】図 4 (c) は、金属電極として使用できる薄板 17 を示す平面図である。薄板 17 内には、細長い直線状の切り込み 17 b、17 c が、互いに平行に合計 6 列形成されている。このうち、3 列の切り込み 17 b は、図 4 (c) において下側に開口しており、残り 3 列の切り込み 17 c は、上側に開口している。切り込み 17 b と 17 c とは、交互に配置されている。こうした形状を採用した結果、薄板によって細長い導電路が形成されている。この導電路の両端 17 a に端子を接続する。

【0030】ハロゲン系腐食性ガスを成膜用ガス、エッチング用ガスとして使用する半導体製造装置内に設置するための部材に対して、本発明の接合構造を適用できる。

【0031】こうした部材としては、セラミックス基材中に抵抗発熱体を埋設したヒーター、セラミックス基材中に静電チャック用電極を埋設した静電チャック、セラミックス基材中に抵抗発熱体と静電チャック用電極とを

埋設した静電チャック付きヒーター、セラミックス基材中にプラズマ発生用電極を埋設した高周波発生用電極装置、セラミックス基材中にプラズマ発生用電極および抵抗発熱体を埋設した高周波発生用電極装置等を例示できる。

【 0 0 3 2 】 本発明において、導電性接合層の材質は限定されないが、気密性が高く、電気抵抗の小さいものが好ましい。この観点からは、金属ろう材が特に好ましい。こうしたろう材の化学組成は、特に限定するものではない。

【 0 0 3 3 】 しかし、セラミックス部材そのものに対しても良好な接合力ないし濡れ易さを有するろう材が好ましい。セラミックス部材の基材を、緻密質アルミナまたは窒化アルミニウムとした場合には、主成分が Cu、Ni、Ag および Al のうちの 1 種類からなり、Mg、Ti、Zr および Hf のうちの 1 種類からなる活性金属を 0.3 ~ 20 wt % と、第 3 成分 50 wt % 以下とを含むろう材を使用することが好ましい。ハロゲン系腐食性ガスに対する耐食性の必要な用途においては、Ag 系のろう材などは、耐蝕性が低いために、使用しない方が好ましい。

【 0 0 3 4 】 第 3 成分としては、Si、Al、Cu および In のうちの少なくとも 1 種を用いることが、主成分に影響を与えない点から好ましい。また、特に、主成分が Al からなるろう材を用いると、低温で接合するため、接合後の熱応力が小さくなり好ましい。

【 0 0 3 5 】 ここで、活性金属の配合量が 0.3 wt % 未満であると、濡れ性が悪くなり、接合しない場合があるとともに、20 wt % を超えると接合界面の反応層が厚くなりクラックが発生する場合があるため、0.3 ~ 20 wt % であると好ましい。また、第 3 成分の合計の配合量は、50 wt % を超えると、金属間化合物が多くなり、接合界面にクラックが発生する場合があるため、50 wt % 以下であると好ましい。第 3 成分は含有されていなくとも良い。

【 0 0 3 6 】 ここで、ろう材の主成分である金属の含有割合は、ろう材の全含有量を 100 重量 % とした場合に、活性金属成分および第 3 成分の含有割合を 100 重量 % から差し引いた残部である。

【 0 0 3 7 】 本発明においては、図 1 の実施形態におけるように、低熱膨張導体とコネクターとが電気的に接合されていることが好ましいが、両者を電気的に接続することは必須ではない。図 5 は、この実施形態に係る接合構造を示す断面図である。ただし、図 5、図 6 において、図 1 に示した構成部分には同じ符号を付け、その説明は省略する。

【 0 0 3 8 】 図 5 の実施形態においては、コネクター 8 の先端部分 8 d と低熱膨張導体 7 とが、導電性接合層によって接合されておらず、隙間 20 が形成されている。しかし、この場合にも、低熱膨張導体 7 と金属部材 5 と

が直接に導電性接合層 6 A によって接合されており、この部分の電気抵抗が低いので、大電流を供給することが可能である。

【 0 0 3 9 】 図 6 の実施形態においては、粉末焼結体 5 を使用していない。即ち、基材 2 の背面 2 b 側に開口する孔 2 2 を形成し、この孔 2 2 に、網状電極 3 の一部を露出させた。そして、網状電極 3 と低熱膨張導体 7 との間、および網状電極 3 と雰囲気保護体 9 の底面 9 d との間を、それぞれ、導電性接合層 6 D によって接合している。

【 0 0 4 0 】 ただし、図 1 に示すように、粉末焼結体を、セラミックス基材内部の金属電極と低熱膨張導体との間に介在させる方が、金属電極に到達するまでの、酸化性ガスないし腐食性ガスの伝達経路が長くなるので、一層好ましい。

【 0 0 4 1 】 図 1、図 5、図 6 に示すような実施形態において、孔 4、2 2 の内側面と雰囲気保護体 9 の外周面 9 a との隙間 1 8 の大きさは、0.2 mm 以上とすることが好ましい。雰囲気保護体 9 の内側面 9 b と粉末焼結体 7 および先端部分 8 d との隙間 1 9 の大きさは、0.01 mm 以上とすることが好ましい。これ以下であると、各隙間 1 8、1 9 を通して毛細管現象によってろう材が上昇し易くなる。各隙間にろう材が上昇すると、セラミックス基材やろう材のクラックが生じ易くなる。隙間 1 8 の好ましい下限値が 0.2 mm であるのに対して、隙間 1 9 の好ましい下限値が 0.01 mm であるのは、同時に 6 A、6 C で接合するので、この部分の隙間が密閉されても、毛細管の力に対する抵抗となるためである。

【 0 0 4 2 】 ただし、隙間 1 8、1 9 の大きさは、共に 1.0 mm 以下とすることが好ましい。

【 0 0 4 3 】 図 7 は、セラミックス部材中に、金属電極と、低熱膨張金属の緻密体とを埋設した実施形態を示す断面図である。ただし、図 7、図 8、図 9 において、図 1 に示した構成部分と同じ構成部分には同じ符号を付け、その説明を省略する。

【 0 0 4 4 】 本実施形態においては、セラミックスヒーター 30 の基材 2 の中に、例えばコイル状等の金属電極 31 が埋設されている。こうした金属電極の好適例としては、コイル状の線状のヒーターがある。基材 2 の収容孔 4 の底面の下側に、緻密体 32 が埋設されている。緻密体 32 は、雄ねじ部 32 a と本体 32 b とを備えており、本体 32 b の上側面 32 c が、導電性接合層 6 A を介在して低熱膨張導体 7 に対して電気的に接続されている。コイル状のヒーター 31 が雄ねじ部 32 a に対して巻き付けられている。

【 0 0 4 5 】 図 8、図 9 に示した各実施形態の接合構造は、それぞれ図 1 の接合構造と類似したものであるが、雰囲気保護体の構造が異なっている。図 8 の接合構造においては、雰囲気保護体 33 は、前記したような耐熱性の金属からなる本体 36 と、本体 36 の外側面 36 a お

よび内側面36bを被覆している酸化性被膜35とを備えている。本体36の上側面36cと下側面36dとは、それぞれ本体36を構成する金属が露出している。

【0046】本体36の上側の露出面36cが、導電性接合層6Cを介在してコネクター8に対して接合されている。また、本体36の下側面36dが、導電性接合層6Aを介在して粉末焼結体5に対して接合されている。酸化性被膜35は、本体36を構成する耐食性の金属よりも、ろう材に対する濡れ性が低いので、ろう材が雰囲気保護体33の外側面および内側面に沿って上昇しにくくなり、ろう材が収容孔4の側壁面に沿って上昇する傾向がある。これによって、収容孔4中の導電性接合層6Aの形状を、残留応力の少ないフィレット形状とすることができる。また、雰囲気保護体33と収容孔4をネジの嵌め合わせ構造とすることにより、強度の信頼性が向上する。

【0047】図9の接合構造においては、雰囲気保護体37は、前記したような耐熱性の金属からなる本体38と酸化性被膜35とを備えている。本体38の外側面38a、内側面38bおよび上側平坦面38cが、酸化性被膜35によって被覆されている。本体38の上側傾斜面38dと、下側平坦面38eおよび下側傾斜面38fには、それぞれ本体38を構成する金属が露出している。

【0048】本体38の上側の露出面である上側傾斜面38dが、導電性接合層6Eを介在してケーブル8に対して接合されている。また、本体38の下側傾斜面38fおよび下側平坦面38eが、導電性接合層6Aを介在して粉末焼結体5に対して接合されている。

【0049】図8、図9に示すような形態の各雰囲気保護体を製造するために、図10(a)~(c)を参照しつつ説明する下記の方法によることが好ましい。まず、図10(a)に示すように、前記耐熱性金属からなる管状部材40を準備し、管状部材40を酸化性雰囲気下で熱処理することによって、管状部材40の表面の全体に酸化性被膜35を生成させる。

【0050】次いで、本体40の両側の端面のみを研削加工することによって、図10(b)に示す露出面36c、36dを生成させる。

【0051】また、図10(a)の管状部材を研削加工することによって、図10(c)に示すような露出面38d、38e、38fを生成させることができる。この場合には、本体38の上側平坦面38c、外側面38a、内側面38b上には、酸化性被膜35が残る。

【0052】

【実施例】(本発明例)

図8および図3に示すような形態の接合構造を製造した。窒化アルミニウム粉末を一軸加圧成形することによって、図2に示す形態の円盤形状の予備成形体10を製造した。

【0053】金属電極3としては、モリブデン製の金網を使用した。この金網は、直径 $\phi 0.12\text{ mm}$ のモリブデン線を、1インチ当たり50本の密度で編んだ金網を使用した。この金網を、予備成形体中に埋設した。これと共に、粒径 $1\sim 100\text{ }\mu\text{m}$ のモリブデン粉末を成形して成形体11を得、この成形体11をも成形体10中に埋設した。

【0054】この成形体10を型内に設置し、成形体10をカーボンフォイル内に密封し、 1950°C の温度、 200 kg/cm^2 の圧力および2時間の保持時間で、ホットプレス法によって、この成形体を焼成し、焼結体を得た。この焼結体の相対密度は、98.0%以上であった。

【0055】得られた焼結体の背面側から、マシニングセンターによって孔4を形成し、プラズマ発生用電極装置を製造した。得られたプラズマ発生用電極装置1の寸法は、直径は 200 mm であり、厚さは 8 mm であった。

【0056】一方、図10(a)および(b)に示すようにして雰囲気保護体33を製造した。具体的には、ニッケル製の管状部材40を準備し、環状部材40を、大気中、 1000°C で2時間熱処理し、酸化ニッケル膜35を生成させた。これを研削加工し、図10(b)に示す雰囲気保護体33を製造した。

【0057】孔4内に、厚さ $5\text{ }\mu\text{m}$ のチタン箔、厚さ $200\text{ }\mu\text{m}$ の銀板および2枚目の厚さ $5\text{ }\mu\text{m}$ のチタン箔を順次に積層して設置した。その上に、モリブデン製の低熱膨張導体7と、前記の雰囲気保護体33とを設置した。低熱膨張導体7の上に、厚さ $5\text{ }\mu\text{m}$ のチタン箔を設置し、この上に厚さ $400\text{ }\mu\text{m}$ の銀板を設置し、ニッケル製のコネクター8の先端部分8dをこの上に載せた。雰囲気保護体33の上側面36cとフランジ部分8cとの間に、厚さ $200\text{ }\mu\text{m}$ の銀板を載せた。こうして得られた組み立て体を、 $960^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ で10分間熱処理し、図8に示す接合構造を製造した。

【0058】こうして得られた接合構造について、引っ張り破断荷重を測定したところ、 $175\pm 29\text{ kgf}$ であった($n=4$)。また、曲げ破断トルクを測定したところ、 $22\pm 3\text{ kgf}\cdot\text{cm}$ であった($n=2$)。

【0059】また、この接合構造について、 100°C と 700°C との間での熱サイクルを50回加えた後に、引っ張り破断荷重を測定した。ただし、昇温速度、降温速度は、共に約 $20^{\circ}\text{C}/\text{分}$ とした。この結果、引っ張り破断荷重は、 $157\pm 17\text{ kgf}$ であった($n=4$)。また、この熱サイクル後の接合構造の曲げ破断トルクを測定したところ、 $20\pm 5\text{ kgf}\cdot\text{cm}$ であった($n=2$)。

【0060】また、この接合構造について、 700°C で24時間保持する耐熱試験の後に、引っ張り破断荷重を測定したところ、 $101\pm 63\text{ kgf}$ であった($n=$

5)。また、この耐熱試験後の曲げ破断トルクを測定したところ、 $18 \pm 2 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$ であった ($n=2$)。

【0061】(比較例) 比較例として、図11に示すような接合構造を製造した。まず、上記した本発明例と同じようにしてプラズマ発生用電極装置1を製造した。次いで、孔22内に、厚さ $5 \mu\text{m}$ のチタン箔を設置し、その上に厚さ $200 \mu\text{m}$ の銀板を設置した。この上に、ニッケル製のコネクタ25の先端のフランジ部分25aを載せた。ろう材のシートを、コネクタ25の先端面25bに対して接触させた。

【0062】次いで、フランジ部分25aの上に、窒化アルミニウム製の円環状部材26を設置した。円環状部材26の内周面26aをコネクタ25の外周面に対向させ、円環状部材26の下側面26cをフランジ部分25aに対向させた。円環状部材26の外側面に隙間26bを設けた。

【0063】円環状部材26の内周面26aとコネクタ25の外周面との間、および、円環状部材26の下側面26cとフランジ部分25aとの間に、それぞれ、前記の組成を有するろう材のシートを設置した。こうして得られた組み立て体を、 $960^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ で10分間熱処理し、図11に示す接合構造を製造した。なお、27、28は導電性接合層である。

【0064】こうして得られた接合構造について、引っ張り破断荷重を測定したところ、 $129 \pm 31 \text{ kgf}$ であった ($n=13$)。また、曲げ破断トルクを測定したところ、 $15 \pm 5 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$ であった ($n=3$)。

【0065】また、この接合構造について、 100°C と 700°C との間での熱サイクルを50回加えた後に、引っ張り破断荷重を測定した。ただし、昇温速度、降温速度は、共に約 $200^\circ\text{C}/\text{分}$ とした。この結果、引っ張り破断荷重は、 $33 \pm 22 \text{ kgf}$ であった ($n=21$)。また、この熱サイクル後の接合構造の曲げ破断トルクを測定したところ、 $10 \pm 3 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$ であった ($n=3$)。

【0066】また、この接合構造について、 700°C で24時間保持する耐熱試験の後に、引っ張り破断荷重を測定したところ、 $25 \pm 12 \text{ kgf}$ であった ($n=4$)。また、この耐熱試験後の曲げ破断トルクを測定したところ、 $8 \pm 4 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$ であった ($n=3$)。

【0067】

【発明の効果】以上のことから明らかなように、本発明によれば、金属部材が埋設されているセラミックス部材と電力供給用コネクタとの接合構造において、酸化性雰囲気下で、高温や熱サイクルにさらされても、高い接合強度と良好な導通性能を保持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る接合構造の断面図である。

【図2】金属電極3および粉末焼結体の成形体11が埋設されている成形体10を示す断面図である。

【図3】(a)は、プラズマ発生用電極装置1の一部分を破断して示す斜視図であり、(b)は、金網ないし金属メッシュからなる網状電極3を示す斜視図である。

【図4】(a)、(b)、(c)は、セラミックス部材内に埋設できる金属電極の好適例を示す斜視図である。

【図5】本発明の他の実施形態に係る接合構造を示す断面図である。

【図6】本発明の更に他の実施形態に係る接合構造を示す断面図である。

【図7】緻密体32を基材中に埋設した実施形態の接合構造を示す断面図である。

【図8】酸化性被膜35を備えている雰囲気保護体33を使用した実施形態の接合構造を示す断面図である。

【図9】酸化性被膜35を備えている雰囲気保護体37を使用した実施形態の接合構造を示す断面図である。

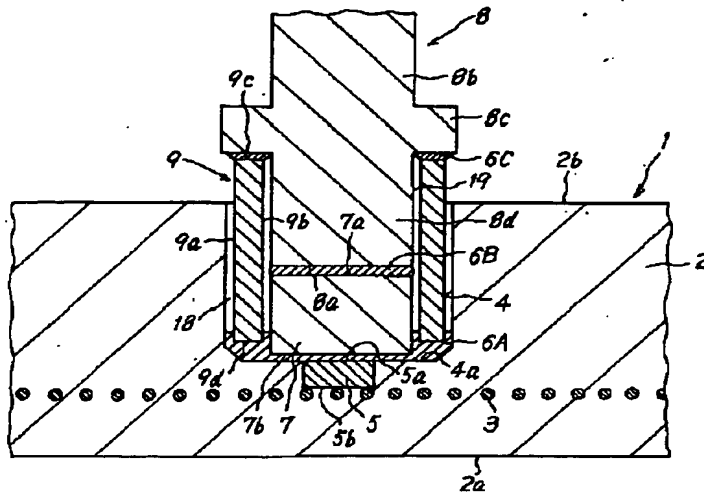
【図10】(a)、(b)、(c)は、雰囲気保護体33、37の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図11】比較例の接合構造を示す断面図である。

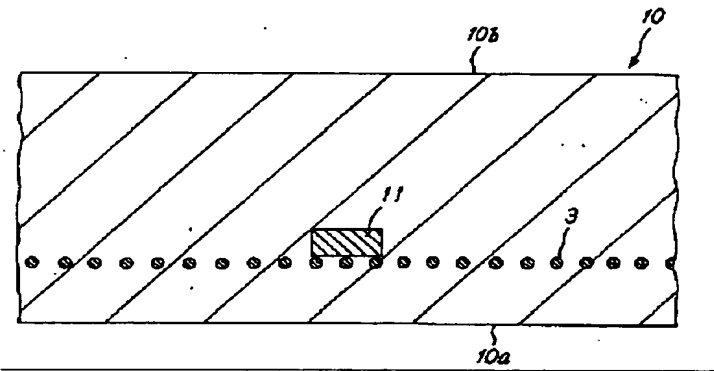
【符号の説明】

1 プラズマ発生用電極装置(セラミックス部材ないしサセプター)、2 セラミックス基材、2a 半導体ウエハー設置面、2b 基材2の背面、3 網状の金属電極(金属部材の一例)、4、22 孔、5 粉末焼結体(金属部材の一例)、6A、6B、6C、6D 導電性接合層、7 低熱膨張導体、8 電力供給用コネクタ、9、33、37 円筒状の雰囲気保護体、10 成形体、11 粉末焼結体の成形体、15、16、17 金属電極の一例、18 雰囲気保護体9の外周面と孔の内周面との隙間、19 雰囲気保護体9の内周面とコネクタ8および低熱膨張導体7の外周面との隙間

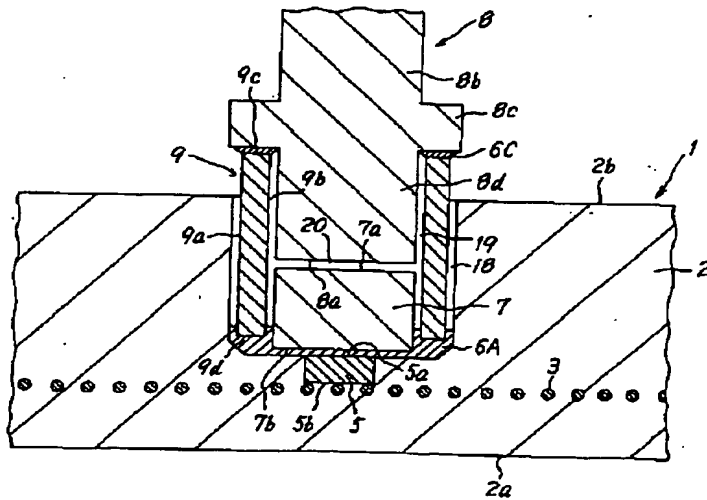
【 図 1 】



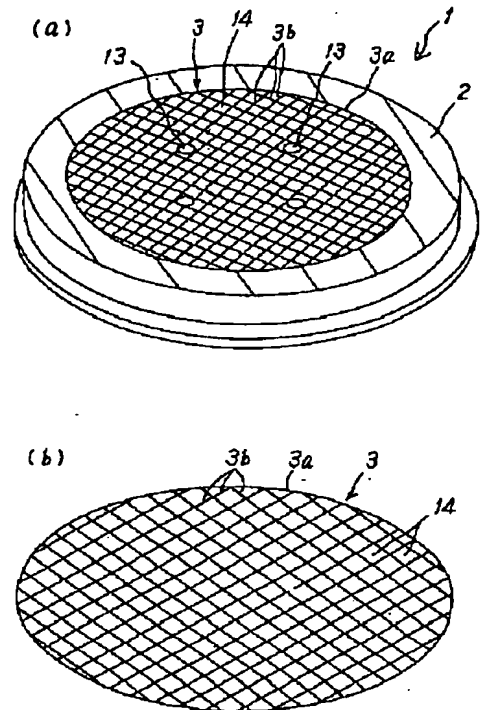
【 図 2 】



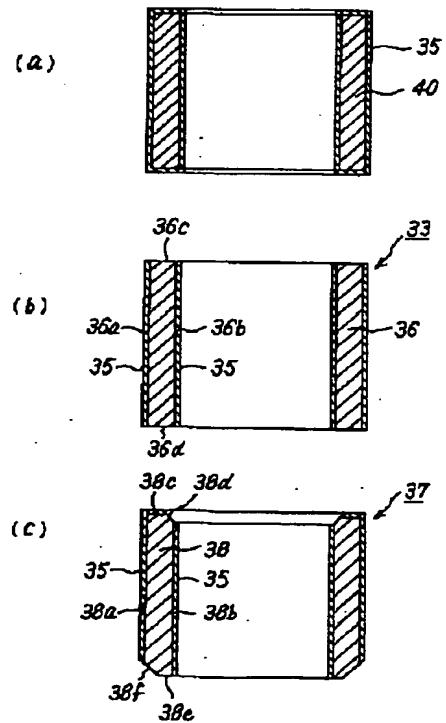
【 図 5 】



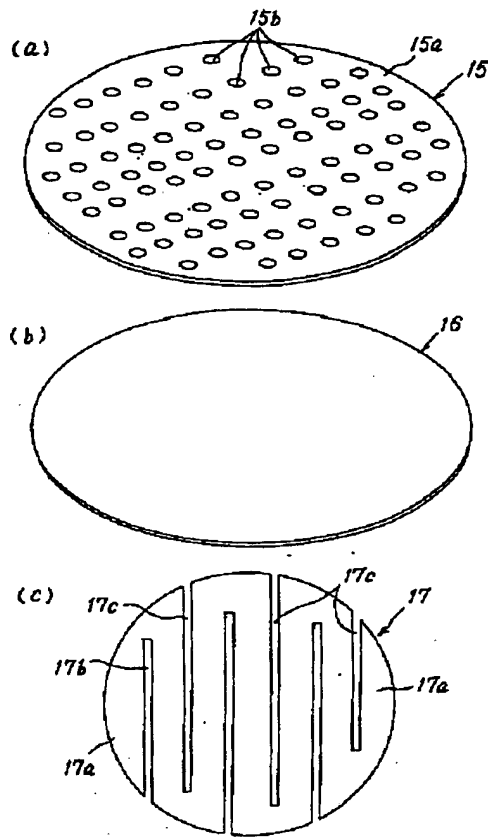
【 図 3 】



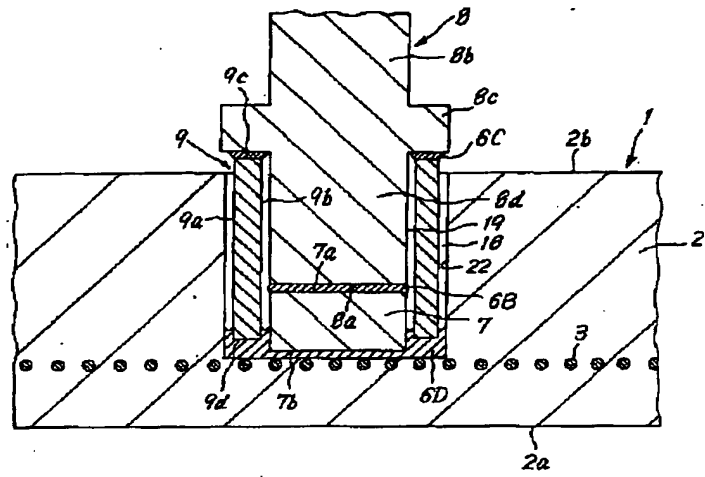
【 図 10 】



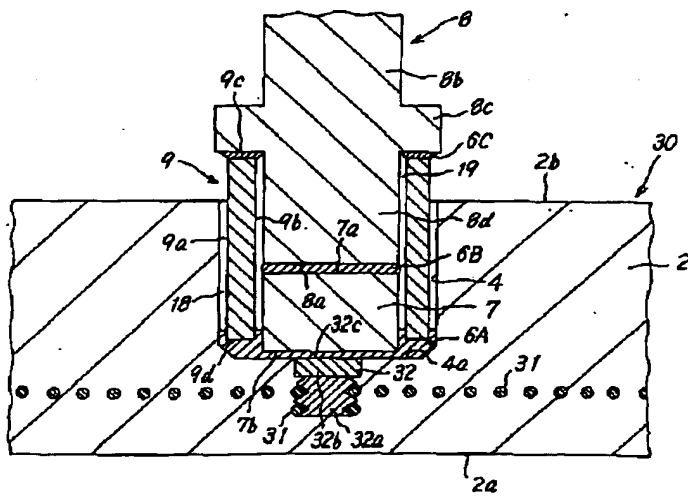
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.